

Ink-jet recording head

Publication number: CN1517215 (A)

Publication date: 2004-08-04

Inventor(s): KEIJI TOMISAWA [JP]; SHUICHI MURAKAMI [JP]

Applicant(s): CANON KK [JP]

Classification:


- international: **B41J2/135; B41J2/135;** (IPC1-7): B41J2/135

- European:

Application number: CN20041002066 20040109

Priority number(s): JP20030004306 20030110

Also published as:

 CN1296209 (C)

Abstract not available for **CN 1517215 (A)**

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

Family list5 application(s) for: **CN1517215 (A)****1 Ink-jet recording head****Inventor:** KEIJI TOMISAWA [JP] ; SHUICHI MURAKAMI [JP]**Applicant:** CANON KK [JP]**EC:****IPC:** *B41J2/135; B41J2/135; (IPC1-7): B41J2/135***Publication info:** **CN1517215 (A)** — 2004-08-04
CN1296209 (C) — 2007-01-24**2 Ink-jet recording head****Inventor:** TOMIZAWA KEIJI [JP] ; MURAKAMI SHUICHI [JP]**Applicant:** CANON KK [JP]**EC:** B41J2/14B2G; B41J2/14G; (+1)**IPC:** *B41J2/05; B41J2/14; B41J2/145; (+5)***Publication info:** **EP1437223 (A2)** — 2004-07-14
EP1437223 (A3) — 2005-06-01**3 INK JET RECORDING HEAD****Inventor:** TOMIZAWA KEIJI ; MURAKAMI SHUICHI**Applicant:** CANON KK**EC:** B41J2/14B2G; B41J2/14G; (+1)**IPC:** *B41J2/05; B41J2/14; B41J2/145; (+4)***Publication info:** **JP2004230885 (A)** — 2004-08-19**4 INK-JET RECORDING HEAD FOR PREVENTING REDUCTION OF INK DROPLET DISCHARGING SPEED BY SUPPRESSING INK FLOWING****Inventor:** TOMIZAWA KEIJI ; MURAKAMI SHUICHI**Applicant:** CANON KK**EC:** B41J2/14B2G; B41J2/14G; (+1)**IPC:** *B41J2/05; B41J2/14; B41J2/145; (+4)***Publication info:** **KR20040064637 (A)** — 2004-07-19**5 Ink-jet recording head****Inventor:** TOMIZAWA KEIJI [JP] ; MURAKAMI SHUICHI [JP]**Applicant:** CANON KK [JP]**EC:** B41J2/14B2G; B41J2/14G; (+1)**IPC:** *B41J2/05; B41J2/14; B41J2/145; (+4)***Publication info:** **US2004218007 (A1)** — 2004-11-04

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
B41J 2/135



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410002066.0

[43] 公开日 2004 年 8 月 4 日

[11] 公开号 CN 1517215A

[22] 申请日 2004.1.9

[21] 申请号 200410002066.0

[30] 优先权

[32] 2003. 1. 10 [33] JP [31] 004306/2003

[71] 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 富泽惠二 村上修一

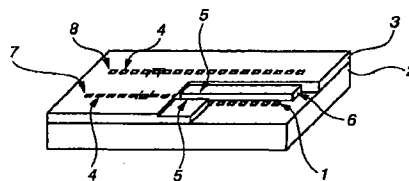
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 蒋旭荣

权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 10 页

[54] 发明名称 喷墨记录头

[57] 摘要

喷墨记录头，包括第一排放口部分和第二排放口部分，第一排放口部分由排放口延伸出来，而第二排放口部分用于使第一排放口部分与发泡腔室联通。第二排放口部分设置有端面，其包括与第一排放口部分邻接的边界部分并平行于元件基板的主表面。平行于元件基板的第二排放口部分的横截面面积大于边界部分在由面向发泡腔室的开放表面延伸到面向第一排放口部分的端面对第二排放口部分所做的任一剖面处的面积。面向发泡腔室的第二排放口部分的开放表面之横截面具有下述形状：使在垂直于排放口设置方向上的长度大于在平行于排放口设置方向上的长度。其可在不妨碍高密度设置排放口的前提下，防止油墨液滴的排放速度因排放直径的减小而降低。



1、一种喷墨记录头，其包括：

一个槽形基板，该基板包括：

多个用于排放液体的排放口；

多个用于生成气泡的发泡腔室，所述气泡用于在电热换能器所产生的热能作用下排放液体；

多个排放口部分，这些排放口部分用于使所述多个排放口与所述发泡腔室联通；

至少一个用于向所述排放口部分和所述发泡腔室进送油墨的进送通道；

一个元件基板，在该元件基板上设置有所述的多个电热换能器，而且其主表面上连接有所述的槽形基板；

其中：每个所述的排放口部分都包括一个由所述排放口之一延伸出来的第一排放口部分和一个用于使所述第一排放口部分与所述发泡腔室之一联通的第二排放口部分；

其中，所述第二排放口部分具有一个端面，该端面包括一个与所述第一排放口部分邻接的边界部分，而且平行于所述元件基板的主表面；且平行于所述元件基板之主表面的所述第二排放口部分之横截面积大于边界部分在从面向所述发泡腔室的一个开放表面到面向所述第一排放口部分的端面对第二排放口部分所做的任何剖面的面积；

面向所述发泡腔室并平行于所述元件基板主表面的所述第二排放口部分的开放表面之横截面具有下述形状：使在垂直于所述排放口设置方向上的长度大于在平行于所述排放口设置方向上的长度。

2、根据权利要求1的喷墨记录头，其特征在于：所述第二排放口部分在面向所述第一排放口部分的端部的横截面具有下述形状：使所述第二排放口部分的长度与所述第一排放口部分在垂直于所述排放口设置方向上的长度之比大于所述第二排放口部分的长度与所述第一排

放口部分在平行于所述排放口设置方向上的长度之比。

3、根据权利要求1的喷墨记录头，其特征在于：面对所述发泡腔室的所述第二排放口部分之开放表面为椭圆形或卵形。

4、根据权利要求1的喷墨记录头，其特征在于：面对所述发泡腔室的所述第二排放口部分之开放表面和面向所述第一排放口部分的所述第二排放口部分的端部具有相似的形状。

5、根据权利要求1的喷墨记录头，其特征在于：面向所述发泡腔室的所述第二排放口部分的开放表面和面向所述第一排放口部分的所述第二排放口部分的端部具有相同的形状。

6、根据权利要求1的喷墨记录头，其特征在于：面向所述第一排放口部分的所述第二排放口部分的端面小于面向所述发泡腔室的所述第二排放口部分的开放表面。

7、根据权利要求1的喷墨记录头，其特征在于：所述电热换能器在垂直于所述排放口设置方向上的长度大于所述电热换能器在平行于所述排放口设置方向上的长度。

8、根据权利要求1的喷墨记录头，其特征在于：面向所述发泡腔室的所述第二排放口部分在所述排放口设置方向上的长度基本等于所述电热换能器在所述排放口设置方向上的长度。

9、根据权利要求1的喷墨记录头，其特征在于：横穿所述电热换能器，在一个与所述进送通道相对的部分处设置有一个通道壁。

10、根据权利要求1的喷墨记录头，其特征在于：所述进送通道

设置在面向所述电热换能器的两个方向上。

11、根据权利要求 1 的喷墨记录头，其特征在于：在所述槽形基板上设置有一个第一排放口排和一个第二排放口排，在第一排放口排内，每个所述排放口的纵向都平行设置，在第二排放口排内，每个所述排放口的纵向都平行设置在一个面向所述第一排放口排的位置上，每个所述第一排放口排和第二排放口排均包括多个所述电热换能器和多个所述排放口部分；且其中所述第二排放口部分的所述排放口相对所述第一排放口部分的所述排放口以平移 $1/2$ 个间距的方式设置在相邻的排放口之间。

12、根据权利要求 1 的喷墨记录头，其特征在于：由所述电热换能器产生的气泡与外界空气联通。

13、一种喷墨记录头，其包括：

一个槽形基板，该槽形基板包括：

多个用于排放液体的排放口；

多个用于生成气泡的压力腔，所述气泡用于通过排放能量发生元件排放液体；

多个排放口部分，这些排放口部分用于使所述多个排放口与所述压力腔联通；以及

至少一个用于向所述排放口部分和所述压力腔室进送油墨的进送通道；

一个元件基板，在该元件基板上设置有所述的多个电热换能器，而且其主表面上还连接有所述的槽形基板；

其中：每个所述的排放口部分都包括一个由所述排放口之一延伸出来的第一排放口部分，和一个用于使所述第一排放口部分与所述压力腔室之一联通的第二排放口部分，

其中，所述第二排放口部分具有一个端面，该端面包括一个与所

述第一排放口部分邻接的边界部分，而且平行于所述元件基板的主表面；且平行于所述元件基板之主表面的所述第二排放口部分之横截面面积大于边界部分在从面向所述压力腔室的一个开放表面到面向所述第一排放口部分的端面对第二排放口部分所做的任一剖面处的面积；

其中，面向所述压力腔并平行于所述元件基板主表面的所述第二排放口部分的开放表面之横截面具有下述形状：使在垂直于所述排放口设置方向上的长度大于在平行于所述排放口设置方向上的长度；

其中，所述第二排放口部分在面向所述第一排放口部分的端面处的横截面具有下述形状：使所述第二排放口部分的长度与所述第一排放口部分在垂直于所述排放口设置方向上的长度之比大于所述第二排放口部分的长度与所述第一排放口部分在平行于所述排放口设置方向上的长度之比。

喷墨记录头

技术领域

本发明涉及一种用于通过喷射液体（例如油墨或类似物）微滴的方式在记录介质上执行记录操作的液体喷射头。具体而言，本发明涉及一种用于进行喷墨记录操作的液体喷射头。

背景技术

喷墨记录方法是一种所谓的非击打式记录方法。在这种喷墨记录方法中，记录过程中所产生的噪音非常小，而且可以进行高速记录操作。此外，可在各种不同的记录介质上进行记录。例如，无需特殊的处理就可将油墨固定在一种所谓的普通纸上，而且能够以低成本得到非常精确的图像。由于具有这些特征，因此，近年来，这种喷墨记录方法不仅被很快应用到作为电脑的外围设备的打印机上，而且还被用作复印机、传真机、文字处理机和类似装置的记录部件。

这种喷墨记录方法中的通用油墨排放方法包括将象加热器或类似部件这样的电热换能器用作排放能量发生元件的方法和采用压电元件的方法，其中排放能量发生元件用于排放墨滴。上述的每种方法都能够通过电信号控制油墨液滴的排放。利用电热换能器的油墨喷射方法之原理在于：通过对电热换能器施加一个电压的方式使电热换能器附近的油墨瞬间沸腾，并在沸腾时由油墨的相变而产生的巨大气泡压力作用下以高速将油墨液滴排出。采用压电元件进行喷墨的方法在于：在对压电元件施加一个电压而使压电元件产生移动的过程中，通过这种移动所产生的压力来喷射油墨。

利用电热换能器进行喷墨的方法具有下述特征：无需提供一个很大的空间来安装喷射能量发生元件，记录头的结构简单，而且还可以容易地整体安装多个喷嘴。但是，这种方法存在下述特有的缺陷：由于通过电热换能器产生的热量存储在记录头内，这样就使移动墨滴的

体积产生变化,因此由气泡的消失而产生的空穴现象就会对电热换能器产生负面影响,而且溶解于保存在记录头内的油墨中的气泡也会对墨滴的喷射特性和图像质量产生负面影响。

为解决这些问题,日本专利申请公报(Kokai)第54-161935(1979)、61-185455(1986)、61-249768(1986)和4-10941(1992)公开了多种喷墨记录方法和记录头。在上述公报所公开的喷墨记录方法中,可令通过驱动电热换能器产生的气泡与外界空气相通。通过采用这种喷墨记录方法,就可以使移动墨滴的体积保持稳定并以高速喷射很少量的墨滴,而且可通过防止在气泡消失过程中产生空穴来提高加热器的使用寿命,还可容易地得到更加精密的图像。为使气泡能够与外界空气联通,上述的公报公开了一种结构,与传统的结构相比,该结构大大缩短了用于在油墨中产生气泡的电热换能器和被用作喷墨孔的排放口之间的最短距离。

下面将对这种记录头的结构加以说明。该结构包括一个元件基板,该元件基板上连接有用于排放油墨的电热换能器,和一个通过连接到元件基板上而用于形成油墨通道的槽形基板(也被称为“喷嘴基板”)。该槽形基板包括多个允许油墨流动的喷嘴、一个向这些喷嘴进送油墨的进送腔体和多个被用作喷嘴远端孔的排放口,以用于排放油墨微滴。这种喷嘴包括一个用于通过一个对应的电热换能器生成气泡的发泡腔室和一个用于向发泡腔室进送油墨的进送通道。该元件基板包括多个电热换能器,这些电热换能器设置在与发泡腔室相对应的多个位置上。该元件基板还包括一个进送口,该进送口用于从一个与主表面相对的背面向进送腔室进送油墨,其中该主表面与槽形基板相接触。该槽形基板包括多个喷口,这些喷口分别设置在面向对应的电热换能器的位置上,而电热换能器又被安装在元件基板上。

在具有上述结构的记录头中,由进送口送入进送腔室内的油墨被沿各个喷嘴进送,而且装填在发泡腔室内。由于电热换能器产生了薄膜沸腾,而通过薄膜沸腾又形成了气泡,这种气泡使装填在发泡腔室内的油墨沿一个大体垂直于元件基板之主表面的方向移动,而且以墨

滴从排放口喷射出去(在下文中将这种记录头叫做“侧射式喷墨头”。

在这种侧射式的喷墨头中,当喷射墨滴时,装填在发泡腔室内的油墨在发泡腔室内所产生的气泡作用下分别向排放口侧和进送通道侧移动。此时,由于在油墨中产生气泡而形成的部分压力将作用于进送通道侧,或者由于与排放口的内壁相互摩擦而产生压力损失。这种现象将对油墨的喷射产生不利的影响,而且被喷出的墨滴量越少,那么出现这种现象的次数也就越多(因为被喷出的液滴的体积较小)。就是说,当为了降低喷射墨滴的体积而减小喷射直径时,排放口的流体阻力将急剧增加,从而降低了流向排放口的流速并提高了流向进送通道的流速,这样就会降低墨滴的喷射速度。

发明内容

本发明的目的在于解决上述的问题。

根据本发明的一个方面,一种喷墨记录头包括:一个槽形基板,该基板包括有多个用于排放液体的排放口,多个用于产生气泡的发泡腔室,这些气泡用于通过电热换能器产生的热能来排放液体,多个用于使排放口与发泡腔室联通的排放口部分,和至少一个用于向这些排放口部分和发泡腔室进送液体的进送通道;和一个元件基板,在该元件基板上设置有多个电热换能器,而且该元件基板的主表面与槽形基板相连接。每个排放口部分都包括一个由一个排放口伸出的第一排放口部分和一个用于使第一排放口部分与一个发泡腔室联通的第二排放口部分。该第二排放口部分具有一个端面,该端面包括一个与第一排放口部分相邻的边界部并平行于元件基板的主表面。平行于元件基板之主表面的第二排放口部分的横截面面积大于边界部分在由面向发泡腔室的开放表面到面向第一排放口部分的端面对第二排放口部分所做的任一横截面处的面积。面向平行于元件基板之主表面的发泡腔室的第二排放口部分的开放表面的横截面具有这样的形状:在垂直于排放口设置方向上的长度大于平行于排放口设置方向上的长度。

根据本发明的另一方面,一种喷墨记录头包括:一个槽形基板,该槽形基板包括多个用于排放液体的排放口,一个压力腔,该压力腔

用于通过排放能量发生元件产生排放液体所需的压力，一个用于使这些排放口与压力腔联通的排放口部分，和至少一个用于向排放口部分和压力腔进送液体的进送通道；和一个元件基板，该元件基板上设置有电热换能器，而且该元件基板的主表面与槽形基板相连接。该排放口部分包括一个由排放口延伸出来的第一排放口部分和一个用于使第一排放口部分与压力腔联通的第二排放口部分。该第二排放口部分设置有一个端面，该端面包括一个与第一排放口部分邻接的边界部分，而且平行于元件基板的主表面。平行于元件基板之主表面的第二排放口部分的横截面面积大于边界部分在从面向压力腔室的开放表面到面向第一排放口部分的端面对第二排放口部分所做的任一横截面内的面积。面向平行于元件基板之主表面的压力腔室的第二排放口部分的开放表面的横截面具有这样的形状：垂直于排放口设置方向的长度大于平行于排放口设置方向的长度。第二排放口部分的横截面在面向第一排放口部分的端面处具有这样的形状：第二排放口部分的长度和第一排放口部分在垂直于排放口设置方向上的长度之比大于第二排放口部分的长度与第一排放口部分在平行于排放口设置方向上的长度之比。

通过上述的结构，就可以减小液体朝向排放口流动时的压力损失。这样，即使通过进一步减小位于喷嘴远端的排放口的尺寸来增加第一排放口部分沿排放口方向的流体阻力，也可以抑制在排放液体时流速沿排放口方向上的减小，而且可以防止液滴排放速度的降低。在上述的结构中，可在不妨碍高密度设置排放口的前提下，增加第二排放口部分的体积。这样，就可以实现高密度设置排放口，同时还可防止排放速度的降低，并形成非常精确的记录图像。

令通过排放能量发生元件所产生的气泡与外界空气联通的喷墨方法适用于本发明的喷墨记录头上。

结合附图，通过阅读下面对最佳实施例的说明可以清楚地理解本发明的上述目的、优点和特征。

附图说明

图1为根据本发明的喷墨记录头的局部剖开透视图；

图 2A-2C 为根据本发明第一实施例的喷墨记录头的喷嘴的结构示意图;

图 3A-3C 为根据本发明第二实施例的喷墨记录头的喷嘴的结构示意图;

图 4A-4C 为根据本发明第三实施例的喷墨记录头的喷嘴的结构示意图;

图 5A-5C 为根据本发明第四实施例的喷墨记录头的喷嘴的结构示意图;

图 6A-6C 为根据本发明第五实施例的喷墨记录头的喷嘴的结构示意图;

图 7A-7C 为根据本发明第六实施例的喷墨记录头的喷嘴的结构示意图;

图 8 为根据本发明又一实施例的喷墨记录头的喷嘴的结构示意图;

图 9 为根据本发明再一实施例的喷墨记录头的喷嘴的结构示意图;

图 10 为根据本发明另一实施例的喷墨记录头的喷嘴的结构示意图;

图 11A-11C 为传统喷墨打印头的多个喷嘴之一的示意图。

对本发明最佳实施例的详细说明

下面将参照附图对本发明的最佳实施例加以说明。

根据本发明的喷墨记录头采用了众多喷墨记录方法中的一种, 在这种喷墨记录方法中, 设置了用于产生喷射液态油墨所需热能的部件, 而且通过热能使油墨的状态发生变化。通过采用该方法, 就能够以高密度将字母、图像和类似物非常精确地记录下来。在本发明中, 一个电热换能器被用作产生热能的部件, 而且油墨是利用压力被喷射出去的, 而这种压力又是由于对油墨进行加热使其经受薄膜沸腾而产生的气泡形成的。

下面, 将首先对本发明的喷墨记录头的整体结构加以说明。

图1为本发明的喷墨记录头的局部剖开透视图。

在图1所示的喷墨记录头中，一个用于分别形成多个喷嘴5的隔板由第一排放口部分4延伸到一个靠近进送腔体6的部分，每个喷嘴5都被用作多个加热器1的油墨通道，而且每个加热器1都被用作电热换能器。

这种喷墨记录头设置有多个加热器2和多个喷嘴5，而且还设置有第一喷嘴排7和第二喷嘴排8，在第一喷嘴排中，每个喷嘴5的纵向都平行设置，在第二喷嘴排中，每个喷嘴5的纵向都穿过进送腔体6平行设置在一个面向第一喷嘴排7的位置上。

在第一喷嘴排7和第二喷嘴排8中，喷嘴均以600-1200dpi（点每英寸）的间距排列成行。第一喷嘴排8中的喷嘴5是通过相对第一喷嘴排7的喷嘴5平移1/2个间距的方式设置的。

这种记录头设置有油墨排放部件，这种油墨排放部件可以应用到日本专利申请公报（Kokai）第4-10940（1992）和4-10941（1992）中，而且这种喷墨记录头还可具有一种能够使在油墨排放过程中产生的气泡通过一个排放口与外界空气联通的结构。

下面将对作为本发明之主要部分的喷墨记录头的喷嘴（排放口部分）的结构加以说明。

本发明的喷墨记录头包括一个槽形基板3，该槽形基板3又包括有多个流有油墨的喷嘴5，用于向每个喷嘴5供墨的进送腔室6和多个第一排放口部分4，每个排放口部分4都被用作一个用于排放墨滴的喷嘴远端孔。喷嘴5包括一个排放口部分，该排放口部分又包括：第一排放口部分4；一个发泡腔室11，该发泡腔室用于通过加热器1所产生的热能生成气泡，而加热器1被用作电热换能器；一个第二排放口部分10，该部分用于使排放口部分与发泡腔室11联通；和一个用于向发泡腔室11供墨的进送通道9。该喷墨记录头还包括一个元件基板2，在该元件基板2上安装有多个加热器1，而且该基板2的主表面上还连接有槽形基板。第二排放口部分10通过分别的步骤与第一排放口部分4及发泡腔室11相连接。在一个沿垂直于元件基板2之主表

面的方向观看的透视图,沿一个基本平行于元件基板2之主表面的平面对第二排放口部分10所做的剖面位于沿同一方向对排放口所做剖面的外侧,并位于沿同一方向对发泡腔室11所做剖面的内侧。

在具有上述结构的喷墨记录头中,第二排放口部分10设置有一个端面,该端面包括一个与第一排放口部分4邻接的边界部分并平行于元件基板2的主表面(连接有槽形基板的表面)。平行于元件基板2之主表面的第二排放口部分10的横截面面积大于沿着从面向发泡腔室11的开放表面到面向第一排放口部分4的端面在边界部分(第一排放口部分4面向第二排放口部分10的开放表面)上所做任何截面的面积。第二排放口部分10面向平行于元件基板2之主表面的发泡腔室11的开放表面的横截面可具有下述形状:使其在垂直于排放口设置方向上的长度大于其在平行于排放口设置方向上的长度。通过设置这种第二排放口部分10,就能够降低在排放口方向上的总流体阻力,而且在排放口方向上产生的压力损失非常小的情况下可以使气泡逐渐长大。这样,就可以抑制朝向该通道方向的流速,并可防止墨滴排放速度的降低。

为减少排出的墨滴量(减少墨滴的体积),就必须减小喷嘴的尺寸。在这种情况下,进送通道的流体阻力就会急剧增加。这样,与减小喷嘴尺寸之前的情况相比,重新填满所需的时间就会增加。通过在面向横穿加热电阻器的方向上设置两条进送通道就可以降低油墨进送通道的总流体阻力,并缩短重新装填所需的时间。当试图按照上述方式提高重新装填的频率时,由于上述方法能够有利地缩短在垂直于这两条供墨通道喷嘴设置方向上的长度,所述供墨通道具有较小面积并在重新装填过程中使油墨流动处的流体阻力很大,因此本发明的结构是最佳的。

当设置一个加热器,而且使该加热器在垂直于排放口设置方向上的长度大于其平行于排放口设置方向上的长度时,气泡的压力会在垂直于这些排放口的设置方向上进行扩散。由于面向发泡腔室的第二排放口部分的开放表面在垂直于排放口的设置方向上较宽,因此具有扩

散能力的气泡压力足够被用作油墨排放方向上的能量。由于可通过调整有效气泡面积的方式来设置第二排放口部分，因此可以使发泡状态更加稳定。

下面将通过不同的实例对作为本发明组成部分的喷墨记录头之喷嘴的结构加以说明。

(第一实施例)

图 2A-2C 示出了根据本发明第一实施例的喷墨记录头之喷嘴的结构。图 2A 为一个平面透视图，在该图中，从垂直于元件基板 2 之主表面（即连接有元件基板 2 的槽形基板处的表面）的方向观看时，可以看到喷墨记录头的多个喷嘴中的一个喷嘴；图 2B 为沿图 2A 中的剖面线 A-A 所做的剖视图；图 2C 为沿图 2A 中的剖面线 B-B 所做的剖视图。

如图 1 所示，具有第一实施例所述喷嘴结构的记录头包括元件基板 2，在该基板 2 上设置有多数加热器 1 和槽形基板 3，其中每个加热器都被用作电热换能器，而槽形基板则通过以层状形式与元件基板 2 的主表面相连接而构成了多个油墨通道。

元件基板 2 由玻璃、陶瓷、树脂、金属或类似材料制成。一般情况下，元件基板 2 由 Si（硅）制成。在元件基板 2 的主表面上，以预定的布线方式分别为每个油墨通道设置了加热器 1、用于对加热器 1 施加一个电压的电极（未示出）和与电极连接在一起的导线（未示出）。一个用于提高散热性能的隔热薄膜（未示出）以能够覆盖加热器 1 的方式设置在元件基板 2 的主表面上。此外，还以能够覆盖隔热薄膜的方式设置有一个保护薄膜（未示出），该保护薄膜用于防止部件受到因气泡消失而产生的空穴作用。

如图 1 所示，槽形基板 3 包括多个允许油墨流动的喷嘴 5、用于向喷嘴 5 进送油墨的进送腔室 6 和多个第一排放口部分 4，每个排放口部分都被用作喷嘴 5 的一个远端孔，这种远端孔用于排放墨滴。该第一排放口部分 4 在面向加热器 1 的多个位置处形成在元件基板 2 上。如图 2A-2C 所示，喷嘴 5 设置有直径基本恒定不变的第一排放口部

分 4, 用于降低排放口侧流体阻力的第二排放口部分 10, 发泡腔室 11 和进送通道 9 (在图 2B 中由阴影线部分表示)。该发泡腔室 11 按照下述方式设置在加热器 1 上: 使面向第一排放口部分 4 之开放表面的底部大体为矩形。进送通道 9 的一端与发泡腔室 11 联通, 而进送通道 9 的另一端则与进送腔室 6 联通。该进送通道 9 为直线形, 而且其宽度从进送腔室 6 到发泡腔室 11 基本恒定不变。第二排放口部分 10 连续地设置在发泡腔室 11 的上方。喷嘴 5 按照下述方式设置: 使墨滴从第一排放口部分 4 排出的方向与油墨流入进送通道 9 内的方向相互垂直。

在图 1 所示的喷嘴 5 中, 喷嘴 5 包括第一排放口部分 4、第二排放口部分 10、发泡腔室 11 和进送通道 9, 而且面向元件基板 2 之主表面的内壁表面从进送腔室 6 到发泡腔室 11 平行于元件基板 2 的主表面。

如图 2A-2C 所示, 在第一实施例中的喷墨记录头, 第二排放口部分 10 设置有一个端面, 该端面包括一个与第一排放口部分 4 邻接的边界部分, 而且平行于元件基板 2 的主表面 (与槽形基板 3 相连接处的表面)。面向第一排放口部分 4 的第二排放口部分 10 之端面的面积大于边界部分 (面向第二排放口部分 10 的第一排放口 4 之开放表面) 的面积。面向发泡腔室 11 并平行于元件基板 2 之主表面的第二排放口部分 10 之开放表面的横截面具有下述的形状: 在垂直于第一排放口部分 4 之设置方向上的长度大于其在平行于排放口部分 4 之设置方向上的长度。在第二排放口部分 10 内, 面向第一排放口部分 4 的端面与面向发泡腔室 11 的开放表面具有相同的横截面。在图 2A 中, 沿一个基本平行于加热器 1 所在表面的平面切割第二排放口部分 10 所得到的横截面大体为矩形。

为将气泡压力沿垂直方向尽可能均匀地传递给第一排放口部分 4, 可使第二排放口部分 10 相对从第一排放口部分 4 的中心延伸到元件基板 2 之主表面的垂线对称设置, 从而使其形状匀称。第二排放口部分 10 的侧壁可由多条直线来表示, 这些直线位于穿过第一排放口部分 4 的中心并垂直于元件基板 2 之主表面的任一横截面内。分别面向第一

排放口部分 4 和发泡腔室 11 的第二排放口部分 10 之开放表面与元件基板 2 的主表面基本平行。

下面，将参照图 1 和 2A-2C 对将墨滴从具有上述结构的记录头的第一排放口部分 4 内排出的操作过程加以说明。

首先，被输送到进送腔室 6 内的油墨被进送到第一喷嘴排 7 和第二喷嘴排 8 的各个喷嘴 5 内。进送到每个喷嘴 5 内的油墨通过沿进送通道 9 的流动而被装填到发泡腔室 11 内。加热器 1 产生薄膜沸腾，薄膜沸腾使气泡不断长大，而气泡不断长大的压力将充填在发泡腔室 11 内的油墨从第一排放口部分 4 内以墨滴的形式排出。当将充填在发泡腔室 11 内的油墨排出时，发泡腔室 11 内的部分油墨将在发泡腔室 11 内所产生的气泡压力作用下流向进送通道 9。如果在局部观察到油墨在喷嘴内从发泡到排放的方式，那么在发泡腔室 11 内所产生的气泡压力还会立刻传递给第二排放口部分 10，而且充填在发泡腔室 11 和第二排放口部分 10 内的油墨将在第二排放口部分 10 内移动。

这样，在第一实施例中，由于平行于元件基板 2 之主表面的第二排放口部分 10 的横截面，即空间体积，大于图 11A-11C 所示的记录头的空间体积，而图 11A-11C 所示的记录头仅具有作为排放口部分的圆筒形第一排放口部分 4，而没有第二排放口部分 10，因此该实施例的压力损失非常小，而且能够将油墨出色地排向第一排放口部分 4。因此，即使通过进一步减小喷嘴远端的排放口，从而提高排放口部分沿排放口方向的流体阻力，也可防止流速在排放口方向上的减小，并可防止墨滴排放速度的降低。

（第二实施例）

在本发明的第二实施例中，采用具有下述结构的喷嘴：第二排放口部分为锥形，目的是减小油墨在第二排放口部分的停滞。下面将参照图 3A-3C 主要对不同于第一实施例的部分进行说明。

图 3A-3C 示出了根据第二实施例的喷墨记录头的喷嘴结构。图 3A 是一个平面透视图，在该图中，由垂直于元件基板 2 之主表面的方向可以看到喷墨记录头的多个喷嘴中的一个；图 3B 为沿图 3A 中的剖

面线 A-A 的剖视图；图 3C 为沿图 3A 中剖面线 B-B 的剖视图。

如图 3A 至 3C 所示，与第一实施例相同，在喷墨记录头的第二实施例中，第二排放口部分 10 设置有一个端面，该端面包括一个与第一排放口部分 4 邻接的边界部分并平行于元件基板 2 的正面（即连接有槽形基板 3 的那个表面）。第二排放口部分 10 上、面向第一排放口部分 4 的端面面积大于边界部分（面向第二排放口部分 10 的第一排放口部分 4 之开放表面）的面积。面向平行于元件基板 2 之主表面的发泡腔室 11 的第二排放口部分 10 之开放表面的横截面具有下述的形状：在垂直于第一排放口部分 4 之设置方向上的长度大于在平行于第一排放口部分 4 之设置方向上的长度。在该第二排放口部分 10 内，面向第一排放口部分 4 的端面与面向发泡腔室 11 的开放表面相似，而且其横截面小于面向发泡腔室 11 的开放表面之横截面。在图 3A 中，通过沿一个大体平行于设置有加热器 1 的表面之平面对第二排放口部分 10 进行切割而得到的横截面大体为矩形。

与图 11A 至 11C 所示的喷嘴内排放口部分 4 为圆筒形的记录头相比，在该第二实施例中，平行于元件基板 2 的主平面的第二排放口部分 10 的横截面即空间体积大于第一排放口部分 4 和第二排放口部分 10 之间的边界部分，压力损失也非常小，而且可将油墨很好地排向第一排放口部分 4。因此，即使通过进一步减小位于喷嘴远端的排放口而使第一排放口部分 4 沿排放口方向的流体阻力增加，也能够防止流速在排放口方向上减小，而且还可防止墨滴排放速度的降低。

（第三实施例）

本发明第三实施例的目的在于减少油墨的滞留区域，以减少排放体积的变化。在第二实施例中，第二排放口部分的横截面大体为矩形。但在该第三实施例中，第二排放口部分的横截面却为椭圆形。

下面将参照图 4A 至 4C，主要对第三实施例中不同于第一实施例的部分进行说明。

图 4A-4C 示出了根据第三实施例的喷墨记录头的喷嘴结构。图 4A 为一个平面透视图，在该图中，由垂直于元件基板 2 之主表面的方

向可以看到喷墨记录头的多个喷嘴中的一个；图 4B 为沿图 4A 中的剖面线 A-A 的剖视图；图 4C 为沿图 4A 中剖面线 B-B 的剖视图。

如图 4A 的平面透视图所示，第二排放口部分 10 面向发泡腔室 11 的开放表面为椭圆形或卵形，沿平行于第一排放口部分 4 的设置方向上的直径大于垂直于第一排放口部分 4 的设置方向上的直径。在第二排放口部分 10 上，面向第一排放口部分 4 的端面与面向第一发泡腔室 11 的开放表面相似，而且其横截面面积小于面向发泡腔室 11 的开放表面之面积。通过将用一个大体平行于加热器 1 的成形表面的平面对第二排放口部分 10 进行切割而获得的横截面按照上述方式加工成椭圆形或卵形，就可以消除位于四个角落部分的停滞区域，当横截面为矩形时，在这些区域会出现油墨停滞问题。

在该第三实施例中，通过将平行于元件基板 2 的主表面的第二排放口部分 10 的横截面加工成椭圆形或卵形，就可以通过除去四个拐角部分的面积而使面积得以缩小。这样，就可以提高第二排放口部分 10 的总流体阻力。但是，由于四个拐角部分是使油墨不能流动的停滞区域，因此就可以使流体阻力保持与第一或第二实施例的流体阻力相等。

在该第三实施例中，当以很高的频率连续排放油墨时，与第一和第二实施例相比，平行于元件基板 2 之主表面的第二排放口部分 10 的横截面由于被去掉了四个拐角部分而使面积较小，因此也就减小了油墨停滞区域的面积，而且还可以降低排放液滴的体积变化。

与图 11A-11C 所示的喷嘴内排放口部分 4 为圆筒形的记录头相比，在该第三实施例中，平行于元件基板 2 之主表面的第二排放口部分 10 的横截面较大，即空间体积较大，而且压力损失也很小，油墨可以被很好地排放到第一排放口部分 4 内。因此，即使通过进一步减小喷嘴远端的排放口而使排放口部分 4 在排放口方向上的流体阻力增加，也可以防止在排放口方向上的流速减小，而且还可以防止墨滴排放速度的降低。

(第四实施例)

本发明第四实施例的目的也在于减小第一实施例中的油墨停滞区

域,以减小排放体积的变化。此外,本发明第五实施例的目的在于:通过使面向第二排放口部分10的第一排放口部分4之开放表面和面向第一排放口部分4的中心的第二排放口部分10之端面相对由第一排放口部分4的中心延伸到元件基板2之主表面的垂线同心设置(环形的形式)来进一步消除由于在第一排放口部分4和第二排放口部分10之间的台阶部分而产生的停滞区域偏移而造成的不稳定的油墨排放。

下面将参照图5A-5C,主要对第三实施例中不同于第一实施例的部分进行说明。

图5A-5C示出了根据第三实施例的喷墨记录头的一个喷嘴的结构。图5A是一个平面透视图,在该图中,由垂直于元件基板2之主表面的方向可以看到喷墨记录头的多个喷嘴中的一个;图5B为沿图5A中的剖面线A-A的剖视图;图5C为沿图5A中剖面线B-B的剖视图。

如图5A的平面透视图所示,面向发泡腔室11的第二排放口部分10之开放表面为椭圆形或卵形,而且在该椭圆形表面中,沿平行于第一排放口部分4之设置方向上的直径大于垂直于第一排放口部分4之设置方向上的直径。面向第一排放口部分4的第二排放口部分10之端面为圆形,而且位于面向发泡腔室11的开放表面内部。根据这种形状,由于面向第二排放口部分10的第一排放口4之开放表面与面向第一排放口部分4的第二排放口部分10之端面相对一条由第一排放口部分4的中心延伸至元件基板2之主表面的垂线同心设置,因此不会由于在介于第一排放口部分4和第二排放口部分10之间的台阶部分所产生的停滞区域的偏移而造成不稳定的油墨排放。简言之,通过在第二排放口部分10与第一排放口部分4之间形成台阶部分对称对准,就不会使油墨停滞区域在整个台阶部分处发生偏移,而且与上述的实施例相比,还可以使排放特性保持稳定。

在该第四实施例中,由于平行于元件基板2之主表面的第二排放口部分10的横截面减少了,因此与第一实施例相比,就可以提高第二排放口部分10的总流体阻力。但是,由于介于第一排放口部分4和第

二排放口部分 10 之间的台阶部分是一个油墨不流动的停滞部分, 因此就能够使流体阻力保持与第一实施例相等。

此外, 与图 11A - 11C 所示的喷嘴内排放口部分 4 为圆筒形的记录头相比, 在该第四实施例中, 平行于元件基板 2 之主表面的第二排放口部分 10 的横截面较大, 即空间体积较大, 而且压力损失也很小, 油墨可以被很好地排放到第一排放口部分 4 内。因此, 即使通过进一步减小喷嘴远端的排放口而使排放口部分 4 在排放口方向上的流体阻力增加, 也可以防止在排放口方向上的流速减小, 而且还可以防止墨滴排放速度的降低。

另外, 与图 11A - 11C 所示的喷嘴内排放口部分 4 为圆筒形的记录头相比, 在该第四实施例中, 平行于元件基板 2 之主表面的第二排放口部分 10 的横截面较大, 即空间体积较大, 而且压力损失也很小, 油墨可以被很好地排放到第一排放口部分 4 内。因此, 即使通过进一步减小喷嘴远端的排放口而使排放口部分 4 在排放口方向上的流体阻力增加, 也可以防止在排放口方向上的流速减小, 而且还可以防止墨滴排放速度的降低。

此外, 在该第四实施例中, 通过使第二排放口部分 10 面向发泡腔室 11 的开放表面在垂直于排放口设置方向上的长度大于平行于排放口设置方向上的长度, 因此即使随着墨滴尺寸的减小而减小其宽度, 也可在不受发泡腔室 11 的宽度限制下增加第二排放口部分 10 的横截面。从而, 可以进一步降低排放口方向上的总的流体阻力。

(第五实施例)

在本发明的第五实施例中, 通过设置一个辅助进送通道的方式来降低这两条进送通道(进送通道 9 和辅助进送通道 12)内的总的流体阻力, 从而能够以高频率进行重新装填操作。下面将参照图 6A - 6C, 主要对第五实施例中不同于第一实施例的部分进行说明。

图 6A - 6C 示出了根据第三实施例的喷墨记录头的一个喷嘴的结构。图 6A 是一个平面透视图, 在该图中, 由垂直于元件基板 2 之主表面的方向可以看到喷墨记录头的多个喷嘴中的一个; 图 6B 为沿图

6A 中的剖面线 A-A 所做的剖视图；图 6C 为沿图 6A 中剖面线 B-B 的剖视图。

如图 6A 的平面透视图所示，面向发泡腔室 11 的第二排放口部分 10 之开放表面具有下述形状：使在垂直于第一排放口部分 4 的设置方向上的长度大于平行于第一排放口部分 4 的设置方向上的长度。在该第二排放口部分 10 内，面向第一排放口部分 4 的端面与面向发泡腔室 11 的开放表面相似，且其横截面面积小于面向发泡腔室 11 的开放表面的横截面面积。在图 6A 中，通过用一个大体平行于加热器 1 之成形表面的平面对第二排放口部分 10 进行切割而得到的横截面基本为矩形。

为能够以高频率完成再充填操作，除了油墨进送通道 9 之外，还设置有一个辅助油墨进送通道 12。

下面，将参照图 1 和图 6A-6C 对从具有上述结构的记录头中的第一排放口部分 4 排出墨滴的操作加以说明。

首先，输送到进送腔室 6 内的油墨被进送到第一喷嘴排 7 和第二喷嘴排 8 的各个喷嘴 5 内。进送到各个喷嘴 5 内的油墨通过沿进送通道 9 的流动而被充填到发泡腔室 11 内。加热器 1 使油墨产生薄膜沸腾，而这种薄膜沸腾又使气泡不断长大，气泡不断长大的压力将充填到发泡腔室 11 内的油墨以墨滴的形式从第一排放口 4 排出。当充填在发泡腔室 11 内的油墨被排出时，发泡腔室 11 内的部分油墨通过在发泡腔室 11 内产生的气泡压力流向进送通道 6 和辅助进送通道 12。如果能够从局部看到喷嘴内的油墨从发泡到排放的方式，那么在发泡腔室 11 内产生的气泡压力还将立刻传递到第二排放口部分 10，而且充填在发泡腔室 11 和第二排放口部分 10 内的油墨将在第二排放口部分 10 内移动。

与图 11A-11C 所示的喷嘴内第一排放口部分 4 为圆筒形的记录头相比，在该第五实施例中，平行于元件基板 2 之主表面的第二排放口部分 10 的横截面较大，即空间体积较大，而且压力损失也很小，油墨可以被很好地排放到第一排放口部分 4 内。因此，即使通过进一步

减小位于喷嘴远端的排放口而使第一排放口部分 4 在排放口方向上的流体阻力增加，也可以防止流速在排放口方向上的减小，而且还可以防止墨滴排放速度的降低。

在该第五实施例中，通过设置两条进送通道而解决排出的油墨液滴量（微小墨滴的供应）的减少问题，可减小两条进送通道的总的流体阻力，从而能够以高频率完成再充填操作。在第五实施例中，可通过使在垂直于排放口设置方向上的长度大于平行于排放口设置方向上的长度而使面向发泡腔室 11 的第二排放口部分 10 之开放表面得以增加，而且还可以缩短两条进送通道（即进送通道 9 和辅助进送通道 12）的长度，其中这两条通道的流体阻力大于第二排放口部分 10 在垂直于喷嘴设置方向上的流体阻力。这样，就可以减小从进送口 6 到排放口的全部进送通道的流体阻力，而且还可以实现高频率的再充填操作。

（第六实施例）

为了减少墨滴的排放量（减少墨滴的排放体积）而必须减小排放口的尺寸，因而需要大大地增加排放口方向上的流体阻力。为解决该问题，如上所述，可通过设置一个具有较小流体阻力的第二排放口部分来提高排放效率。在另外一种方法中，可以提高加热器的能量，即加热器的面积。但是，随着墨滴排放体积和打印点直径的减小，就必须提高喷嘴的排列密度。由于喷嘴在平行于喷嘴设置方向上的尺寸很小，不能沿喷嘴的设置方向增加加热器的尺寸，这样，加热器（纵向加热器）沿排放口设置方向上的长度就基本等于面向发泡腔室的第二排放口部分之开放表面在该方向上的长度。因此，在本发明的第六实施例中，加热器（纵向加热器）是按照下述方式设置的：使在垂直于排放口设置方向上的长度大于在平行于排放口设置方向上的长度。为实现节能的目的，需要利用一个小电流使输出的排放能量等于电流的能量值。为此，加热器必须具有很高的电阻。纵向加热器适应于这种场合下，因为这种加热器在布线（未示出）方向上很长。在设置有纵向加热器的第六实施例中，气泡压力在垂直于排放口设置方向的方向上传播。但是，由于面向发泡腔室的第二排放口部分之开放表面在垂

直于排放口设置方向上很大, 因此甚至具有传播能力的气泡压力就能够被充分用作油墨排放方向上的能量。下面将参照图 7A-7C 对第六实施例中不同于第一实施例的部分加以说明。

图 7A-7C 示出了根据第六实施例的喷墨记录头的一个喷嘴的结构。图 7A 是一个平面透视图, 在该图中, 由垂直于元件基板 2 之主表面的方向可以看到喷墨记录头的多个喷嘴中的一个; 图 7B 为沿图 7A 中的剖面线 A-A 所做的剖视图; 图 7C 为沿图 7A 中剖面线 B-B 的剖视图。

如图 7A 的平面透视图所示, 平行于元件基板 2 之主表面的第二排放口部分 10 之横截面具有下述形状: 在由面向发泡腔室 11 的开放表面到面向第一排放口部分 4 的端面所做的任一剖面处, 使在垂直于第一排放口部分 4 之设置方向上的长度大于平行于第一排放口部分 4 之设置方向上的长度。在该第二排放口部分 10 内, 面向第一排放口部分 4 的开放表面与面向发泡腔室 11 的开放表面(形状)相似, 且其横截面面积小于面向发泡腔室 11 的开放表面的横截面面积。在图 7A 中, 通过用一个大体平行于加热器 1 之成形表面的平面对第二排放口部分 10 进行切割而得到的横截面基本为矩形。

加热器 1 为矩形以使垂直于排放口设置方向上的长度大于平行于排放口设置方向上的长度。

在该第六实施例中, 设置有这样一个加热器: 使垂直于排放口设置方向上的长度大于平行于排放口设置方向上的长度。在这种情况下, 由电热器所产生的热能而形成的气泡压力就会在垂直于排放口的设置方向传播。但是, 由于面向发泡腔室的第二排放口部分之开放表面在垂直排放口设置方向上的尺寸很大, 因此具有传递能力的气泡压力能够被充分地用作油墨排放能量。

在该第六实施例中, 面向发泡腔室的第二排放口部分的开放表面以一种与加热器的形状基本相同的矩形形状设置在一个面向加热器的位置上。

由于从加热器的边缘延伸约 $4\mu\text{m}$ 的加热器区域对发泡不起作用,

因此面向第一排放口部分的第二排放口部分之开放表面可具有一个与有效发泡区域相同的形状，而有效发泡区域则有助于发泡。由于考虑了有效发泡区域，因此即使加热器以不同程度大于面向第一排放口部分的第二排放口部分之开放表面，面向发泡腔室的第二排放口部分之开放表面也可假定为与加热器基本相同的形状。

在该第六实施例中，通过使面向发泡腔室的第二排放口部分 10 之开放表面在垂直于排放口设置方向上的长度大于平行于排放口设置方向上的长度，就可以增加第二排放口部分 10 的横截面，而且不受发泡腔室 11 的宽度的限制，即使为了产生微小墨滴而减小其宽度。这样，就可以进一步降低排放口方向上的整体流体阻力。

(其它实施例)

上述的每个实施例都可应用到下面的实施例中。

图 8 和 9 分别示出了上述喷墨记录头的多个喷嘴的排列方式。在图 8 和 9 中，沿进送腔室 6 以 1200dpi 的间距设置了多个排放口。通过将上述实施例中的喷嘴应用到这些喷墨记录头上，并采用下述结构：使平行于电子基板 2 之主表面的第二排放口部分 10 之横截面具有下述形状：沿垂直于排放口设置方向上的长度大于从面向发泡腔室的开放表面至面向第一排放口部分的端面的任一截面处的平行于排放口设置方向上的长度，可以在不妨碍高密度设置排放口的前提下减小排放口方向上的流体阻力，而且为了形成小墨滴而增加了第二排放口部分的体积，从而抑制油墨排放速度的减小，因此可通过抑制油墨排放速度的减小提供非常精确的记录图象，同时还可高密度地设置排放口。

为了能够在实现高密度设置排放口的同时，增加第二排放口部分的体积，最好在上述实施例的每个喷嘴中设置这样一种结构：使每个第一排放口部分 4 和第二排放口部分 10 在面向第一排放口部分 4 的第二排放口部分之端面处的横截面具有下述形状：使第二排放口部分 10 的长度与第一排放口部分 4 在垂直于排放口设置方向上的长度之比大于第二排放口部分 10 的长度与第一排放口部分 4 在平行于排放口设置方向上的长度之比。

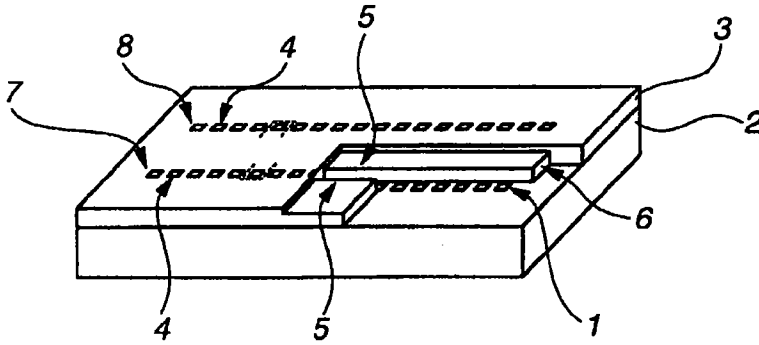
此外,如图9所示,通过使多个喷嘴呈交错状排列,就可以通过增加相邻喷嘴之间的壁宽来提高槽形基板和元件基板之间的附着性。

上述的各个实施例还可应用到用于排放具有不同体积的多个油墨液滴的喷墨记录头上。在这种情况下,如图10所示,最好将每个上述实施例的结构应用到用于排放具有较小体积的油墨液滴的喷嘴。但是,上述各个实施例的结构还可应用到用于排放具有较大体积的油墨液滴的喷嘴。

在附图中示出的各个部件的外形在喷墨记录头领域内是公知的,其具体结构和操作方式对实施本发明的操作或最佳方式而言不是关键。

尽管已参照本发明的最佳实施例对本发明作出了说明,但是应该理解:本发明并非局限于上述的实施例。本发明旨在覆盖所有落入由所附权利要求书限定的构思和保护范围内的各种修改和等同替换。下述权利要求书的范围与最宽的范围相一致,从而涵概所有修改和等同的结构和功能。

图1



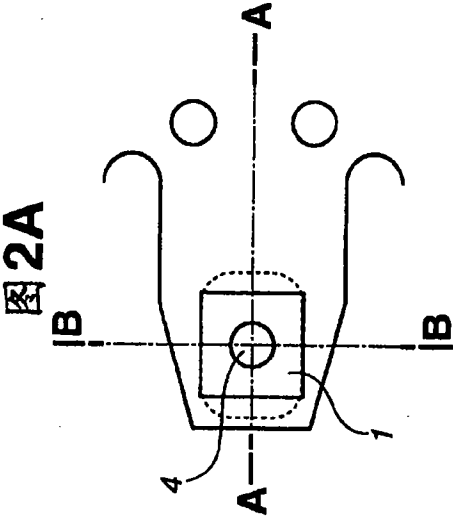


图2C

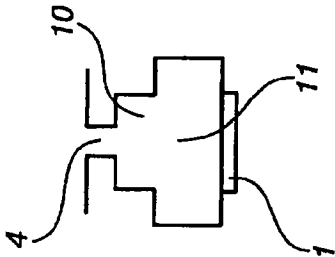


图2B

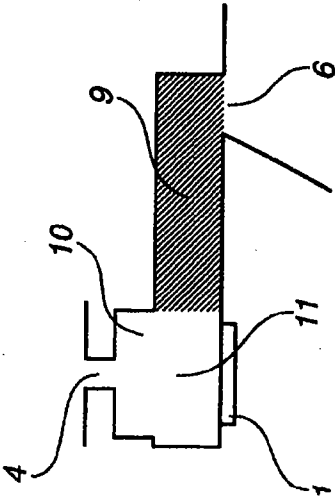


图3A

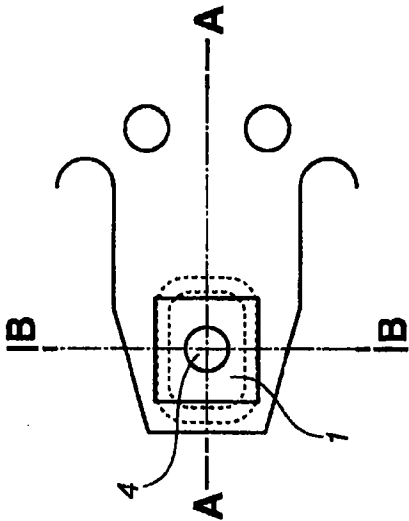


图3B

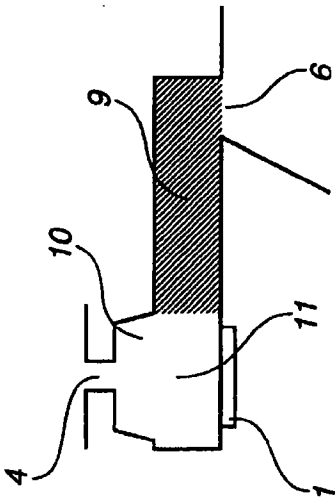


图3C

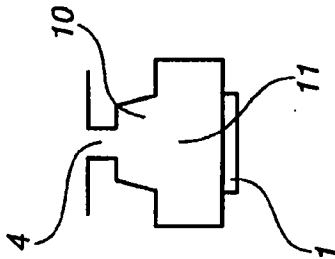


图4A

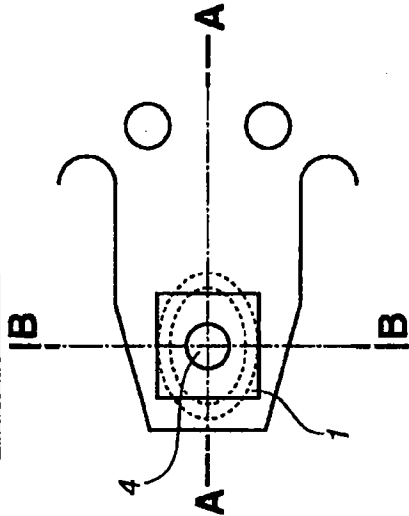


图4B

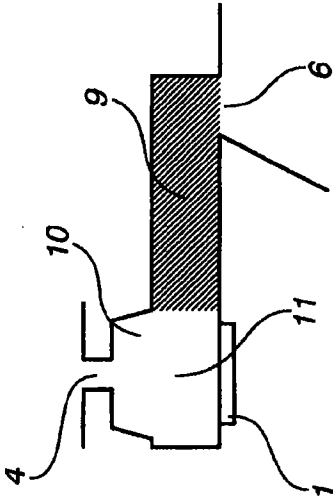
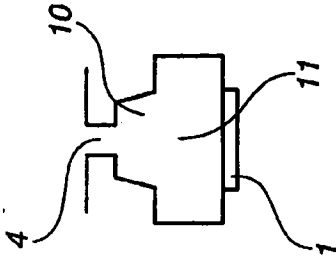


图4C



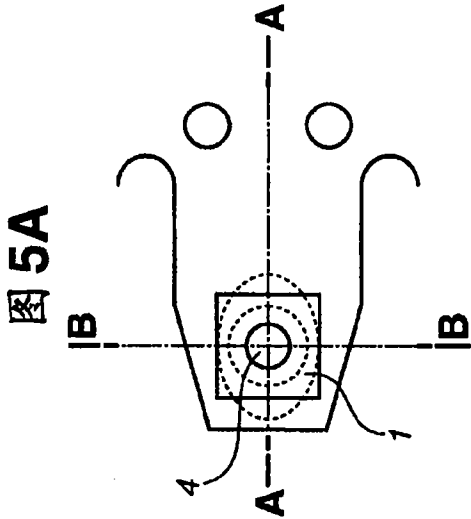


图 5B

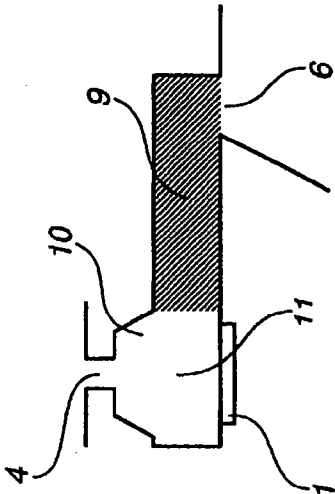


图 5C

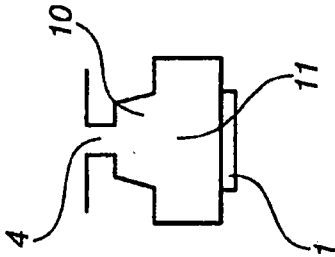


图 6A

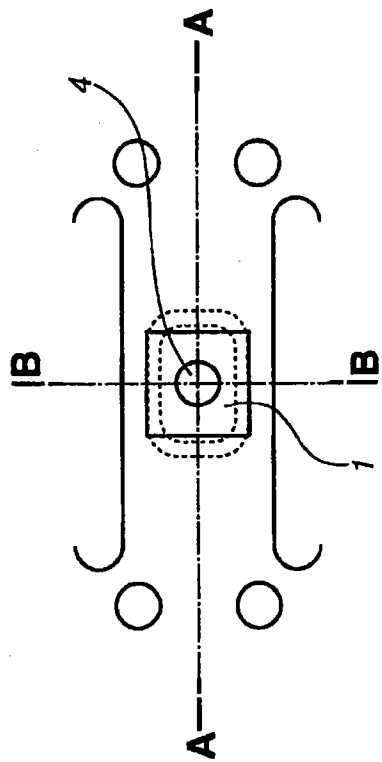


图 6B

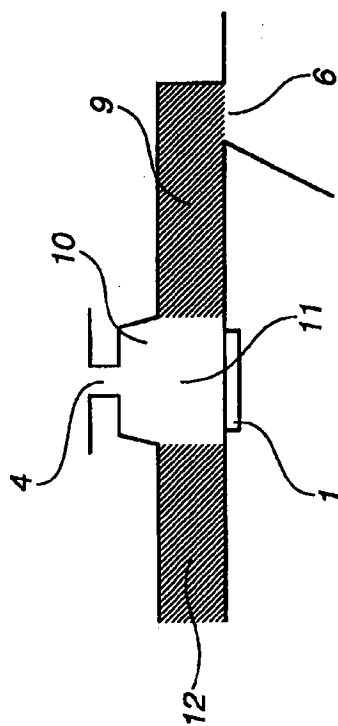
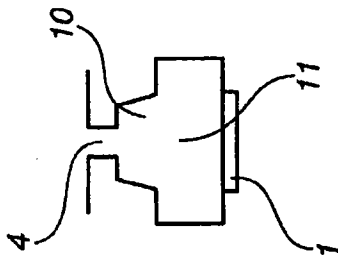


图 6C



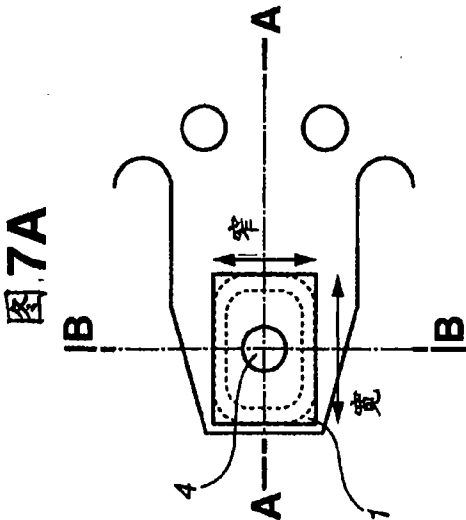


图7B

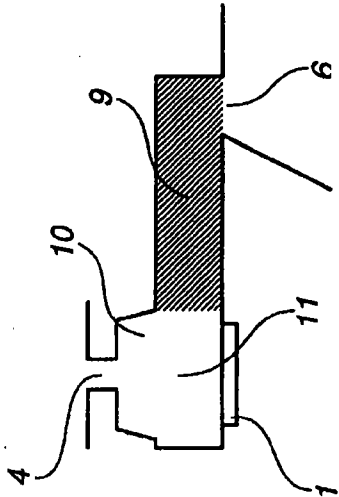


图7C

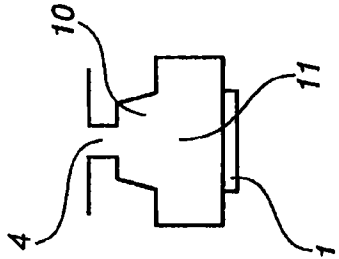


图8

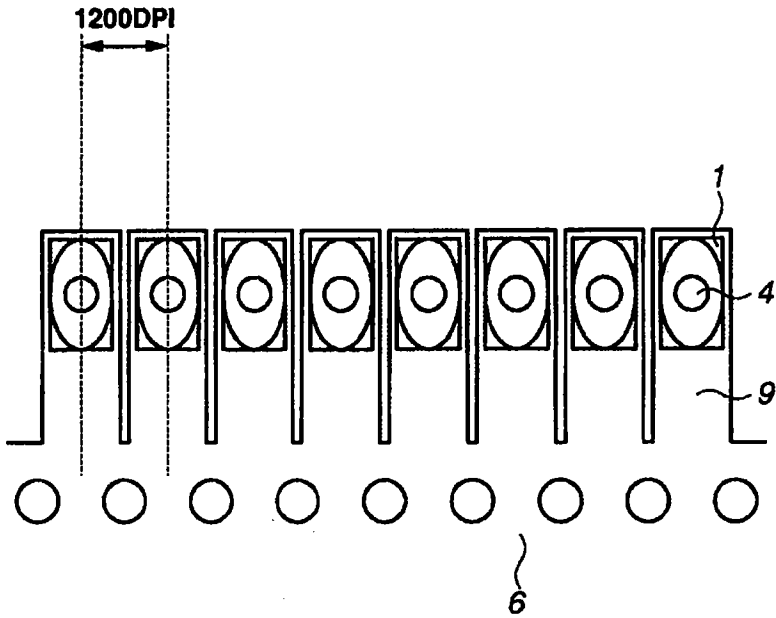


图9

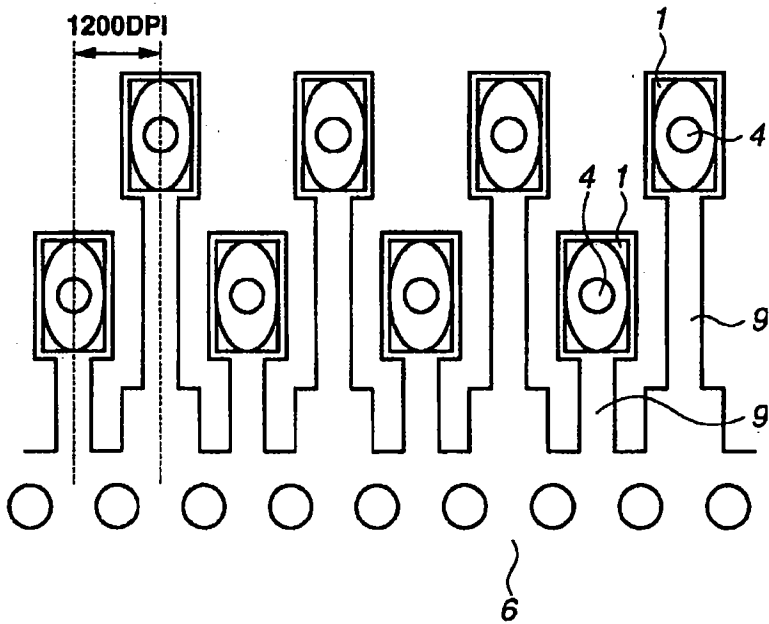


图10

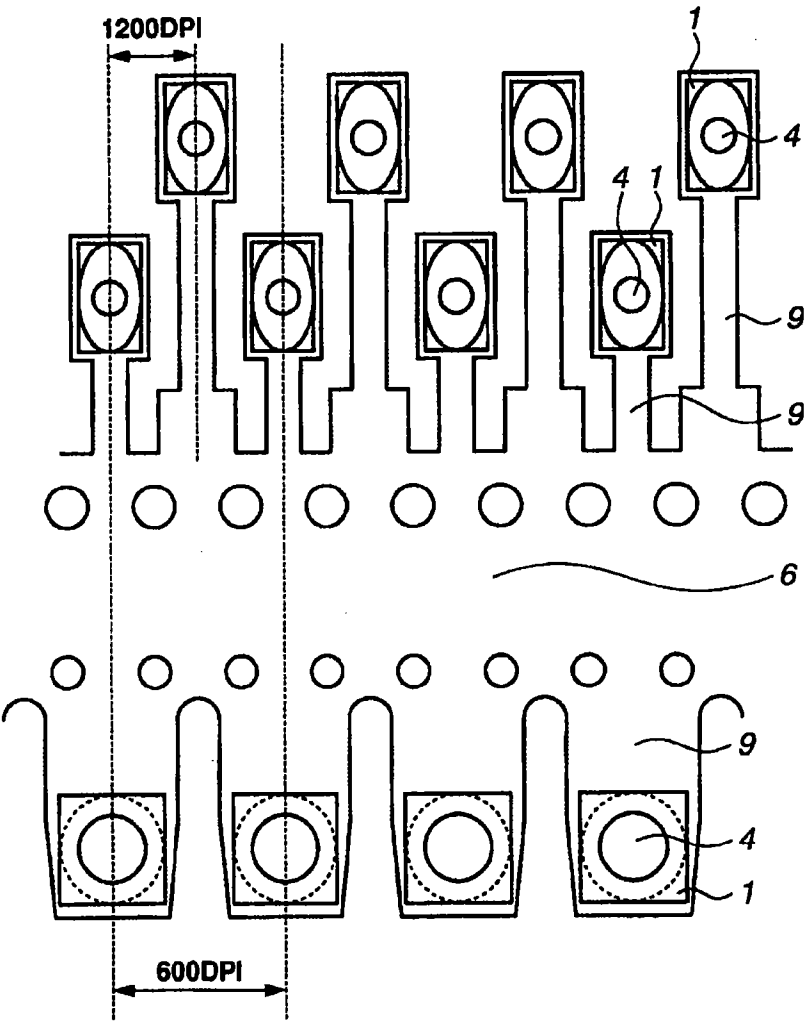


图11A

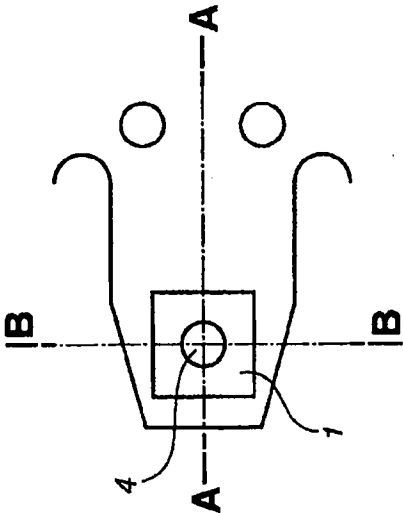


图11B

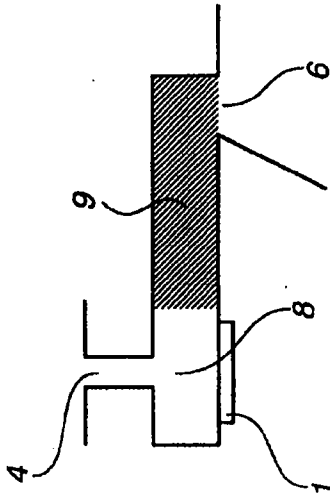


图11C

